

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-193936
(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl. G02F 1/133
G09G 3/20
G09G 3/36

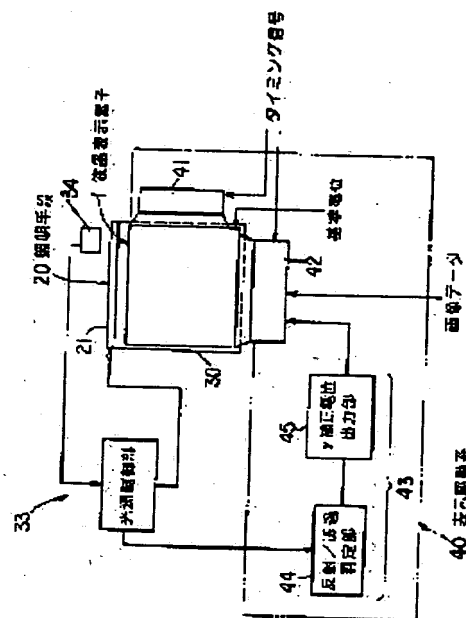
(21)Application number : 10-371223 (71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD
(22)Date of filing : 25.12.1998 (72)Inventor : KIMURA OSAMU

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a two-way display type liquid crystal display device which can obtain a display of nearly the same quality by both reflection using external light and transmission using illumination light.

SOLUTION: The two-way liquid crystal display device makes both a reflection display using external light and a transmission display using illumination light by arranging a lighting means 20 which emits the illumination light and reflects the external light made incident from before a liquid crystal display element 1 behind the liquid crystal display element 1. A display driving system 33 controls driving voltage with plural voltages applied selectively between electrodes of the liquid crystal display element 1 differently between the reflection display and transmission display so that the transmissivity of plural gradations corresponding to the driving voltages with the plural values for the reflection display is nearly equal to the transmissivity of plural gradations corresponding to the driving voltages with the plural values for the transmission display, for every plural gradations.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Japanes Publicati n f r Unexamin d Patent Application
Tokukai No. 2000-193936/2000 (P2000 - 193936A)

A. Relevance of the above-identified Document

This document has relevance to all the claims of present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

See the attached English Abstract.

[CLAIMS]

[Claim 1]

A liquid crystal display apparatus, comprising (a) a liquid crystal display element having a pair of substrates facing each other sandwiching a liquid crystal layer therebetween, each substrate having an inner surface on which electrodes are provided, (b) lighting means, provided behind the liquid crystal display element, for emitting lighting light toward the liquid crystal display element and for reflecting, toward the liquid crystal display element, external light entering from a front of the liquid crystal display element, and (c) a display driving system for selectively applying driving voltages of plural values between the electrodes of the liquid crystal display element, the liquid crystal display apparatus characterized in that:
the liquid crystal display apparatus performs both reflective

display and transmissive display, where in the reflective display the external light entering from the front of the liquid crystal display element is reflected by using the lighting means, and the thus reflected light is emitted forwardly with respect to the liquid crystal display element so as to display, and in the transmissive display the lighting light is emitted from the lighting means and the lighting light is emitted forwardly with respect to the liquid crystal display element, and

the driving voltages of plural values that are to be selectively applied between the electrodes of the liquid crystal display element by the display driving system, are controlled differently between in the reflective display and in the transmissive display so that transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the reflective display and transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the transmissive display are substantially equal for each gradation.

[Claim 2]

The liquid crystal display apparatus as set forth in Claim 1, wherein:

the display driving system controls the driving voltages of plural values in the transmissive display in accordance with voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display of the liquid crystal display element, and controls the driving voltages of plural values in the reflective display in accordance with a

difference between the voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display and voltage-transmissivity characteristics of the reflective display of the liquid crystal display element.

[Claim 3]

The liquid crystal display apparatus as set forth in Claim 1, wherein:

the display driving system controls the driving voltages of plural values in the reflective display in accordance with voltage-transmissivity characteristics of the reflective display of the liquid crystal display element, and controls the driving voltages of plural values in the transmissive display in accordance with a difference between the voltage-transmissivity characteristics of the reflective display and voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display of the liquid crystal display element.

[Claim 4]

The liquid crystal display apparatus as set forth in any one of Claims 1 to 3, wherein:

the liquid crystal display element is an active matrix liquid crystal display element in which one of the substrates has, on its inner surface, a plurality of pixel electrodes, a plurality of pixel transistors respectively connected to the plurality of pixel electrodes, and a plurality of gate lines and data lines respectively connected to the plurality of transistors, and the other of the substrates has, on its inner surface, counter electrodes facing to the plurality of pixel electrodes,

the display driving system includes (a) a gate-side driving circuit connected to the plurality of the gate lines, (b) a data-side driving circuit connected to the plurality of the data lines, and (c) γ correction potential supplying means for supplying a plurality of γ correction potentials respectively corresponding to the transmissivities of the plural gradations, the γ correction potential supplying means supplying, to the data-side driving circuit, a plurality of γ correction potentials supplying γ correction potentials of different values between in the reflective display and in the transmissive display, and

the data-side driving circuit selects the γ correction potential that corresponds to image data, from among the plural γ correction potentials supplied from the γ correction supplying means, and supplies a data signal of the potential to the data lines.

[Claim 5]

The liquid crystal display apparatus as set forth in Claim 4, wherein:

the γ correction potential supplying means includes a reflective/transmissive judging section for judging whether the reflective display or the transmissive display, and a γ correction potential outputting section for supplying, to the data-side driving circuit, either of γ correction potentials for the reflective display and γ correction potentials for the transmissive display in accordance with a judgment result of the reflective/transmissive judging section.

[Claim 6]

The liquid crystal display apparatus as set forth in Claim 5, wherein:

the γ correction potential outputting section includes a reference potential generating circuit for generating two types of plurality of reference potentials, and a potential selecting circuit for selecting, in accordance with a judgment result of the reflective/transmissive judging section, one of the two types of plurality of reference potentials thus generated by the reference potential generating circuit, and supplying the thus selected plurality of potentials, as the plurality of γ correction potentials, to the data-side driving circuit.

[Claim 7]

The liquid crystal display apparatus as set forth in Claim 5 or 6, wherein:

the reflective/transmissive judging section judges whether the reflective display or transmissive display, in accordance with the emission of the lighting light from the lighting means.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[INDUSTRIAL FIELD OF THE INVENTION]

The present invention relates to a two-way display type liquid crystal display apparatus, which performs both reflective display and transmissive display.

[0005]

[PROBLEMS TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

However, the conventional two-way liquid crystal display apparatus has such a problem that the display quality of the reflective display using the external light and the display quality of the transmissive display using the lighting light are different.

[0006]

This difference is caused because the light transmitting path for the reflective display using the external light and the light transmitting path for the transmissive display using the lighting light are different. When the reflective display is performed, the external light entering from the front of the liquid crystal display element passes through the liquid crystal display element and is reflected by the lighting means provided behind the liquid crystal display element. The thus reflected light passes through the liquid crystal display element again and is emitted forwardly with respect to the liquid crystal display element. On the contrary, when the transmissive display is performed, the lighting light from the lighting means enters the liquid crystal display element from its back, and passes through the liquid crystal display element and is emitted out forwardly with respect to the liquid crystal display element. Thus, the liquid crystal display element shows different voltage-transmissivity characteristics between in the reflective display using the external light and in the transmissive display using the lighting light.

[0008]

However, because the liquid crystal display element shows different voltage-transmissivity characteristics between in the reflective display using the external light and in the transmissive display using the lighting light, the transmissivities with respect to the driving voltage applied between the electrodes are different between in the reflective display and in the transmissive display. Because of this, the display quality of the reflective display and the display quality of the transmissive display are different from each other.

[0009]

The present invention has an object to provide a two-way display type liquid crystal display apparatus capable of attaining substantially equal display qualities for the reflective display using the external light and the transmissive display using the lighting light.

[0010]

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS]

A liquid crystal display apparatus of the present invention, including (a) a liquid crystal display element having a pair of substrates facing each other sandwiching a liquid crystal layer therebetween, each substrate having an inner surface on which electrodes are provided, (b) lighting means, provided behind the liquid crystal display element, for emitting lighting light toward the liquid crystal display element and for reflecting, toward the liquid crystal display element, the external light entering from a front of

the liquid crystal display element, and (c) a display driving system for selectively applying driving voltages of plural values between the electrodes of the liquid crystal display element, the liquid crystal display apparatus characterized in that (i) the liquid crystal display apparatus performs both reflective display and transmissive display, where in the reflective display, the external light entering from the front of the liquid crystal display element is reflected by using the lighting means, and the thus reflected light is emitted forwardly with respect to the liquid crystal display element so as to display, and in the transmissive display, lighting light is emitted from the lighting means and the lighting light is emitted forwardly with respect to the liquid crystal display element, and (ii) the driving voltages of plural values that are to be selectively applied between the electrodes of the liquid crystal display element by the display driving system, are controlled differently between in the reflective display and in the transmissive display so that transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the reflective display and transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the transmissive display are substantially equal for each gradation.

[0011]

According to the liquid crystal display apparatus of the present invention, it is possible to attain substantially equal display qualities for the reflective display using the external light and the

transmissive display using the lighting light.

[0012]

[EMBODIMENTS]

As described above, the liquid crystal display apparatus of the present invention is so arranged that the driving voltages of plural values that are to be selectively applied between the electrodes of the liquid crystal display element by the display driving system, are controlled differently between in the reflective display and in the transmissive display so that transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the reflective display and transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the transmissive display are substantially equal for each gradation, whereby substantially equal display qualities can be attained for the reflective display using the external light and the transmissive display using the lighting light.

[0013]

The liquid crystal display apparatus of the present invention, for example, may be so arranged that the display driving system controls the driving voltages of plural values in the transmissive display in accordance with voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display of the liquid crystal display element, and controls the driving voltages of plural values in the reflective display in accordance with a difference between the voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display and

voltage-transmissivity characteristics of the reflective display of the liquid crystal display element. With this arrangement, the display quality of the reflective display can be substantially equal to the display quality of the transmissive display.

[0014]

Moreover, the display driving system of the present invention may be so arranged as to control the driving voltages of plural values in the reflective display in accordance with voltage-transmissivity characteristics of the reflective display of the liquid crystal display element, and controls the driving voltages of plural values in the transmissive display in accordance with a difference between the voltage-transmissivity characteristics of the reflective display and voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display of the liquid crystal display element. With this arrangement, the display quality of the transmissive display can be substantially equal to the display quality of the reflective display.

[0015]

In case where the liquid crystal display element is an active matrix liquid crystal display element in which one of the substrates has, on its inner surface, a plurality of pixel electrodes, a plurality of pixel transistors respectively connected to the plurality of pixel electrodes, and a plurality of gate lines and data lines respectively connected to the plurality of transistors, and the other of the substrates has, on its inner surface, counter electrodes facing to the plurality of pixel electrodes, the liquid crystal display apparatus of

the present invention may be so arranged that (i) the display driving system includes (a) a gate-side driving circuit connected to the plurality of the gate lines, (b) a data-side driving circuit connected to the plurality of the data lines, and (c) γ correction potential supplying means for supplying a plurality of γ correction potentials respectively corresponding to the transmissivities of the plural gradations, the γ correction potential supplying means supplying, to the data-side driving circuit, a plurality of γ correction potentials supplying γ correction potentials of different values between in the reflective display and in the transmissive display, and (ii) the data-side driving circuit selects the γ correction potential that corresponds to image data, from among the plural γ correction potentials supplied from the γ correction supplying means, and supplies a data signal of the potential to the data lines. With this arrangement, it is possible to attain substantially equal display qualities of the active matrix liquid crystal display element, for the reflective display using the external light and the transmissive display using the lighting light.

[0016]

In this case, it is preferable that the γ correction potential supplying means includes a reflective/transmissive judging section for judging whether the reflective display or the transmissive display, and a γ correction potential outputting section for supplying, to the data-side driving circuit, either of γ correction potentials for the reflective display and γ correction potentials for the transmissive

display in accordance with a judgment result of the reflective/transmissive judging section. With this arrangement, it is possible to automatically switch over, in accordance with whether the reflective display is performed or the transmissive display is performed, the γ correction potentials to be supplied to the data-side driving circuit.

[0017]

Furthermore, it is preferable that the γ correction potential outputting section includes a reference potential generating circuit for generating two types of plurality of reference potentials, and a potential selecting circuit for selecting, in accordance with a judgment result of the reflective/transmissive judging section, one of the two types of plurality of reference potentials thus generated by the reference potential generating circuit, and supplying the thus selected plurality of potentials, as the plurality of γ correction potentials, to the data-side driving circuit. With this arrangement, it is possible to surely switch over, in accordance with whether the reflective display is performed or the transmissive display is performed, the γ correction potentials to be supplied to the data-side driving circuit.

[0018]

Moreover, it is preferable that the reflective/transmissive judging section is so arranged as to judge whether the reflective display or transmissive display, in accordance with the emission of the lighting light from the lighting means. With this arrangement, it

is possible to attain reliable judgment as to whether the reflective display or the transmissive display is performed, and to supply, to the data-side driving circuit, the γ correction potential appropriate to currently-performed display.

[0030]

Moreover, the data-side driving circuit 42 selects, from among the plurality of the γ correction potentials supplied from the γ correction potential supplying means 43, the γ correction potential that corresponds to the image data externally supplied. In synchronism with the timing signal, the data-side driving circuit 42 supplies the data signal of the potential to the plurality of data lines.

[0031]

Further, the data signal supplied to the plurality of the data lines are supplied to the pixel electrodes 4 in each column via the TFT 5, which are sequentially turned ON per row in accordance with the gate signal. Then, the potential of the data signal, that is, the driving voltage for the γ correction potential corresponding to the image data, is applied between the pixel electrodes 4 and the opposite electrodes connected to the reference potential.

[0106]

As described above, the liquid crystal display element 1 shows different voltage-transmissivity characteristics between in the reflective display and in the transmissive display. Thus, the driving voltages applied between the electrodes 4 and the electrodes 8 are

different between in the reflective display and in the transmissive display. Therefore, the display quality of the reflective display and the display quality of the transmissive display using the lighting light are different.

[0107]

Because of this, the liquid crystal display apparatus is so arranged that the driving voltages of plural values that are to be selectively applied between the electrodes 4 and 8 of the liquid crystal display element 1 by the display driving system 40, are controlled differently between in the reflective display and in the transmissive display so that transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the reflective display and transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the transmissive display are substantially equal for each gradation.

[0108]

In the present embodiment, the display driving system 40 is so arranged as to control the driving voltages of plural values in the transmissive display in accordance with voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display of the liquid crystal display element 1, and controls the driving voltages of plural values in the reflective display in accordance with a difference between the voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display and voltage-transmissivity characteristics of the reflective display of the liquid crystal display element 1.

[0109]

The following explains the arrangement of the display driving system 40. The display driving system 40 includes, as shown in Figure 1, a gate-side driving circuit 41, a data-side driving circuit 42, a γ correction potential supplying means 43 for supplying, to the data-side driving circuit 42, a plurality of γ correction potentials respectively corresponding to a plurality of gradations.

[0110]

In the present embodiment, the γ correction potential supplying means 43 supplies, to the data-side driving circuit 42, the γ correction potentials of different values between in the reflective display and the transmissive display.

[0111]

The γ correction potential supplying means 43 includes a reflective/transmissive judging section 44 for judging whether the reflective display or the transmissive display, and a γ correction potential outputting section 45 for supplying, to the data-side driving circuit 15, either of γ correction potentials for the reflective display and γ correction potentials for the transmissive display in accordance with a judgment result of the reflective/transmissive judging section 44.

[0112]

The reflective/transmissive judging section 44 judges whether the reflective display or the transmissive display, in accordance with the emission of the lighting light from the lighting

means 20.

[0113]

More specifically, in the present embodiment, the light source controlling section 35 of the lighting control means 33 is so arranged as to output a light source turning ON signal to the reflective/transmissive judging section 44 when the light source 21 of the lighting means 20 is turned ON, and to output a light source turning OFF signal to the reflective/transmissive judging section 44 when the light source 21 is turned OFF. Further, the reflective/transmissive judging section 44 is so arranged as to output a transmissive display judgment signal to the γ correction potential outputting section 45 when the light source turning ON signal is inputted therein, and to output a reflective display judgment signal to the γ correction potential outputting section 45 when the light source turning OFF signal is inputted therein.

[0114]

Moreover, as shown in Figure 2 showing an arrangement thereof, the γ correction potential outputting section 45 includes a reference potential generating circuit 46 for generating two types of plurality of reference potentials, and a potential selecting circuit 47 or selecting, in accordance with a judgment result of the reflective/transmissive judging section 44, one of the two types of plurality of reference potentials thus generated by the reference potential generating circuit 46, and supplying the thus selected plurality of potentials, as the plurality of γ correction potentials, to

the data-side driving circuit 42.

[0115]

The γ correction potential outputting section 45 shown in Figure 2 supplies, to the data-side driving circuit 42, the γ correction potentials for 11 gradations, namely, gradation 0 to gradation 10. The reference potential generating circuit 46 includes a first reference potential generating section 46a and a second reference potential generating section 46b, the first reference potential generating section 46a for generating 11-leveled reference potentials (hereinafter referred to as reflective display reference potentials) that are for obtaining the γ correction potentials for 11 gradations in the reflective display and for supplying the respective reference potentials to the potential selecting circuit 47, and the second reference potential generating section 46b generating 11-levelled reference potentials (hereinafter referred to as transmissive display reference potentials) for obtaining the γ correction potentials for 11 gradations in the transmissive display and for supplying the respective reference potentials to the potential selecting circuit 47.

[0116]

Further, in the present embodiment, in order to attain, for each gradation, substantial equality between the transmissivity of gradations 0 to 10 of the reflective display and the transmissivity of gradations 0 to 10 of the transmissive display, the 11-leveled transmissive display reference potentials generated by the second

reference potential generating section 46b are set in accordance with the voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display of the liquid display element 1, whereas the 11-leveled reflective display reference potentials generated by the first reference potential generating section 46a are set in accordance with the voltage-transmissivity characteristics of the reflective display of the liquid display element 1.

[0120]

The 11-leveled reflective display reference potentials generated by the first reference potential generating section 46a of the potential generating circuit 46 are respectively supplied to input-side terminals A1 to K1 of the potential selecting circuit 47. The 11-leveled transmissive display reference potentials generated by the second reference potential generating section 46b of the potential generating circuit 46 are respectively supplied to input-side terminals A2 to K2 of the potential selecting circuit 47.

[0121]

Moreover, the potential selecting circuit 47 includes output terminals A to K, respectively for each pair of the input terminals A1, A2 to K1, K2, the pairs respectively being supplied with the reflective display reference potentials and the transmissive display reference potentials of the respective levels. In accordance with the reflective/transmissive judging signal from the reflective/transmissive judging section 44, the reflective display reference potentials of the respective levels respectively supplied to

the input-side terminals A1 to K1 are outputted from the output terminals A to K when the signal is the reflective display judging signal, and the transmissive display reference potentials of the respective levels respectively supplied to the input-side terminals A2 to K2 are outputted from the output terminals A to K when the signal is the transmissive display judging signal.

[0122]

The reference potentials of the respective levels respectively outputted from the output terminals A to K of the potential selecting circuit 47 are respectively amplified via the operational amplifiers 48, and then supplied to the data-side driving circuit 42, as the γ correction potentials of 0V to V10 for 11 gradations.

[0123]

The data-side driving circuit 42, as described above, selects the γ correction potential that corresponds to the image data externally supplied, from among the γ correction potentials of V0 to V10 for 11 gradations supplied from the γ correction potential supplying means 43. Then, the data-side driving circuit 42 supplies the thus selected data signal to the plurality of data lines of the liquid crystal display element 1.

[0124]

Therefore, The driving voltages of plural values, which are to be selectively applied between the electrodes 4 and 8 of the liquid crystal display element 1 by the display driving system 40, are, in case of the reflective display using the external light, voltages that

correspond to the γ correction potential obtained from the transmissive display reference potential, and in case of the transmissive display using the lighting light, voltages that correspond to the γ correction potential obtained from the reflective display reference potential. Therefore, it is possible to attain, for each gradation, substantial equality between transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the reflective display and transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the transmissive display.

[0125]

More specifically, the liquid crystal display apparatus is so arranged that the driving voltages of plural values that are to be selectively applied between the electrodes 4 and 8 of the liquid crystal display element 1 by the display driving system 40, are controlled differently between in the reflective display and in the transmissive display so that transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the reflective display and transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the transmissive display are substantially equal for each gradation. According to the liquid crystal display apparatus, it is possible to attain substantially equal display qualities for the reflective display using the external light and the transmissive display using the lighting light.

[0126]

Further, the display driving system 40 is so arranged as to control the driving voltages of plural values in the transmissive display in accordance with voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display of the liquid crystal display element 1, and controls the driving voltages of plural values in the reflective display in accordance with a difference between the voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display and voltage-transmissivity characteristics of the reflective display of the liquid crystal display element 1. With this arrangement, it is possible to cause the display quality of the reflective display to be substantially equal to the display quality of the transmissive display, and to attain, for the reflective display and the transmissive display, a display having a high luminance for bright display and a high contrast.

[0127]

Comparing the voltage-transmissive characteristic of the reflective display with the voltage-transmissive characteristic of the transmissive display in the liquid crystal display element 1, the voltage-transmissive characteristic of the transmissive display is the characteristic that gives a higher luminance for bright display and a display having a higher contrast, as shown in Figure 6. Therefore, with the arrangement in which the driving voltages of plural values for the transmissive display are controlled in accordance with the voltage-transmissivity of the transmissive display of the liquid

crystal display element 1, and the driving voltages of plural values for the reflective display are controlled in accordance with the difference between the voltage-transmissivity of the transmissive display the voltage-transmissivity of the reflective display of the liquid crystal display element 1, it is possible to attain such a display that has a high luminance for bright display and a high contrast.

[0128]

Moreover, the liquid crystal display element 1 used in the liquid crystal display apparatus is an active matrix liquid crystal display element. In the embodiment, the liquid crystal display element 1 is so arranged that (i) the display driving system 40 includes (a) a gate-side driving circuit 41 connected to the plurality of the gate lines, (b) a data-side driving circuit 42 connected to the plurality of the data lines, and (c) γ correction potential supplying means 43 for supplying a plurality of γ correction potentials respectively corresponding to the transmissivities of the plural gradations, the γ correction potential supplying means 43 supplying, to the data-side driving circuit 42, a plurality of γ correction potentials supplying γ correction potentials of different values between in the reflective display and in the transmissive display, and (ii) the data-side driving circuit 42 selects the γ correction potential that corresponds to image data, from among the plural γ correction potentials supplied from the γ correction supplying means 43, and supplies a data signal of the potential to the data

lines. With this arrangement, it is possible to attain substantially equal display qualities of the active matrix liquid crystal display element 1, for the reflective display using the external light and the transmissive display using the lighting light.

[0129]

Further, in the embodiment, the γ correction potential supplying means 43 includes a reflective/transmissive judging section 44 for judging whether the reflective display or the transmissive display, and a γ correction potential outputting section 45 for supplying, to the data-side driving circuit 42, either of γ correction potentials for the reflective display and γ correction potentials for the transmissive display in accordance with a judgment result of the reflective/transmissive judging section 44. With this arrangement, it is possible to automatically switch over, in accordance with whether the reflective display is performed or the transmissive display is performed, the γ correction potentials to be supplied to the data-side driving circuit 42.

[0130]

Furthermore, in the embodiment, the γ correction potential outputting section 45 includes a reference potential generating circuit 46 for generating two types of plurality of reference potentials, and a potential selecting circuit 47 for selecting, in accordance with a judgment result of the reflective/transmissive judging section 44, one of the two types of plurality of reference potentials thus generated by the reference potential generating circuit 46, and

supplying the thus selected plurality of potentials, as the plurality of γ correction potentials, to the data-side driving circuit 42. With this arrangement, it is possible to surely switch over, in accordance with whether the reflective display is performed or the transmissive display is performed, the γ correction potentials to be supplied to the data-side driving circuit 42.

[0131]

Moreover, in the embodiment, the reflective/transmissive judging section 44 is so arranged as to judge whether the reflective display or transmissive display, in accordance with the emission of the lighting light from the lighting means 20. With this arrangement, it is possible to attain reliable judgment as to whether the reflective display or the transmissive display is performed, and to supply, to the data-side driving circuit 42, the γ correction potential appropriate to currently-performed display.

[0132]

In addition, the display driving system 40 of the liquid crystal display element 1 may be so arranged as to control the driving voltages of plural values for the transmissive display in accordance with the voltage-transmissivity of the transmissive display of the liquid crystal display element 1, and to control the driving voltages of plural values for the reflective display in accordance with the difference between the voltage-transmissivity of the transmissive display the voltage-transmissivity of the reflective display of the liquid crystal display element 1. With this

arrangement, it is possible to cause the display quality of the transmissive display using the lighting means to be substantially equal to the display quality of the reflective display using the external light.

[0133]

In the embodiment, the γ correction potentials for the reflective display and the γ correction potentials for the transmissive display are differentiated from each other for most of the gradations, the γ correction potentials outputted from the γ correction potential outputting section 45. However, because the luminance of the bright display is the main factor to largely influence the display quality of the liquid crystal display element 1, it may be so arranged that the γ correction potentials for the reflective display is the same as the γ correction potentials for the transmissive display for the transmissivity for gradations ranging from intermediate gradation to dark gradation. Even if it is arranged as such, it is possible to attain substantially equal display quality for the reflective display and the transmissive display.

[0137]

[EFFECTS OF THE INVENTION]

A liquid crystal display apparatus of the present invention is of two-way display type for performing the reflective display using the external light and the transmissive display using the lighting light. The liquid crystal display apparatus is so arranged that the driving voltages of plural values that are to be selectively applied

between the electrodes of the liquid crystal display element by the display driving system, are controlled differently between in the reflective display and in the transmissive display so that transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the reflective display and transmissivities of plural gradations respectively corresponding to the driving voltages of plural values in the transmissive display are substantially equal for each gradation, whereby substantially equal display qualities can be attained for the reflective display using the external light and the transmissive display using the lighting light.

[0138]

The liquid crystal display apparatus of the present invention, for example, may be so arranged that the display driving system controls the driving voltages of plural values in the transmissive display in accordance with voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display of the liquid crystal display element, and controls the driving voltages of plural values in the reflective display in accordance with a difference between the voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display and voltage-transmissivity characteristics of the reflective display of the liquid crystal display element. With this arrangement, the display quality of the reflective display can be substantially equal to the display quality of the transmissive display.

[0139]

Moreover, the display driving system of the present invention

may be so arranged as to control the driving voltages of plural values in the reflective display in accordance with voltage-transmissivity characteristics of the reflective display of the liquid crystal display element, and controls the driving voltages of plural values in the transmissive display in accordance with a difference between the voltage-transmissivity characteristics of the reflective display and voltage-transmissivity characteristics of the transmissive display of the liquid crystal display element. With this arrangement, the display quality of the transmissive display can be substantially equal to the display quality of the reflective display.

[0140]

In case where the liquid crystal display element is an active matrix liquid crystal display element in which one of the substrates has, on its inner surface, a plurality of pixel electrodes, a plurality of pixel transistors respectively connected to the plurality of pixel electrodes, and a plurality of gate lines and data lines respectively connected to the plurality of transistors, and the other of the substrates has, on its inner surface, counter electrodes facing to the plurality of pixel electrodes, the liquid crystal display apparatus of the present invention may be so arranged that (i) the display driving system includes (a) a gate-side driving circuit connected to the plurality of the gate lines, (b) a data-side driving circuit connected to the plurality of the data lines, and (c) γ correction potential supplying means for supplying a plurality of γ correction potentials respectively corresponding to the transmissivities of the plural

gradations, the γ correction potential supplying means supplying, to the data-side driving circuit, a plurality of γ correction potentials supplying γ correction potentials of different values between in the reflective display and in the transmissive display, and (ii) the data-side driving circuit selects the γ correction potential that corresponds to image data, from among the plural γ correction potentials supplied from the γ correction supplying means, and supplies a data signal of the potential to the data lines. With this arrangement, it is possible to attain substantially equal display qualities of the active matrix liquid crystal display element, for the reflective display using the external light and the transmissive display using the lighting light.

[0141]

In this case, it is preferable that the γ correction potential supplying means includes a reflective/transmissive judging section for judging whether the reflective display or the transmissive display, and a γ correction potential outputting section for supplying, to the data-side driving circuit, either of γ correction potentials for the reflective display and γ correction potentials for the transmissive display in accordance with a judgment result of the reflective/transmissive judging section. With this arrangement, it is possible to automatically switch over, in accordance with whether the reflective display is performed or the transmissive display is performed, the γ correction potentials to be supplied to the data-side driving circuit.

[0142]

Furthermore, it is preferable that the γ correction potential outputting section includes a reference potential generating circuit for generating two types of plurality of reference potentials, and a potential selecting circuit for selecting, in accordance with a judgment result of the reflective/transmissive judging section, one of the two types of plurality of reference potentials thus generated by the reference potential generating circuit, and supplying the thus selected plurality of potentials, as the plurality of γ correction potentials, to the data-side driving circuit. With this arrangement, it is possible to surely switch over, in accordance with whether the reflective display is performed or the transmissive display is performed, the γ correction potentials to be supplied to the data-side driving circuit.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-193936
(P2000-193936A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int. Cl.	識別記号	F I	ターモット (参考)
G 0 2 F 1/133	5 5 0	G 0 2 F 1/133	5 5 0 2 H 0 9 3
	5 7 5		5 7 5 5 C 0 0 6
G 0 9 G 3/20	6 4 1	G 0 9 G 3/20	6 4 1 P 5 C 0 8 0
3/36		3/36	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-371223

(22) 出願日 平成10年12月25日 (1998.12.25)

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社
東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(72) 発明者 木村 修

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ
オ計算機株式会社八王子研究所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

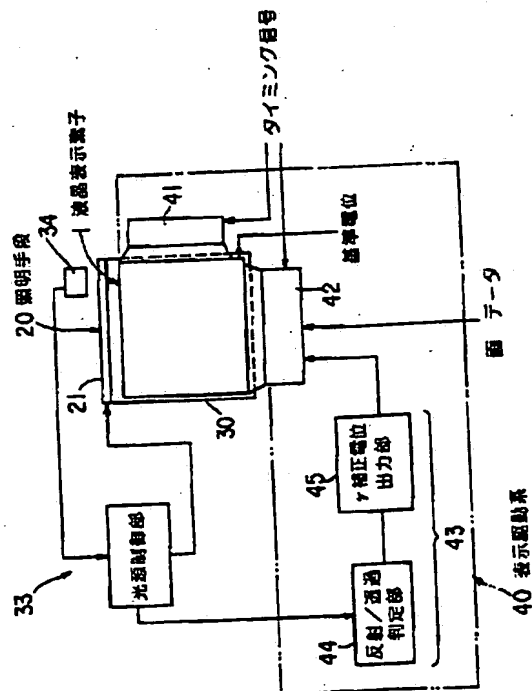
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 外光を利用する反射表示のときも、照明光を利用する透過表示のときも、ほぼ同じ品位の表示を得ることができる2ウェイ表示型の液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶表示素子1の背後に、照明光を出射するとともに液晶表示素子1の前方から入射する外光を反射する照明手段20を配置して外光を利用する反射表示と照明光を利用する透過表示との両方の表示を行なう2ウェイ液晶表示装置において、表示駆動系33により前記液晶表示素子1の電極間に選択的に印加する複数の値の駆動電圧を、反射表示のときと透過表示のときとで個別に制御し、前記反射表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率と、前記透過表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率とを、前記複数の階調ごとにほぼ等しくした。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】液晶層をはさんで対向する一対の基板の内面にそれぞれ電極が設けられた液晶表示素子と、前記液晶表示素子の背後に配置され、照明光を前記液晶表示素子に向けて出射するとともに前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記液晶表示素子に向けて反射する照明手段と、前記液晶表示素子の電極間に複数の値の駆動電圧を選択的に印加する表示駆動系とを備え、

前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記照明手段により反射し、その反射光を前記液晶表示素子の前方に出射させて表示する反射表示と、前記照明手段から照明光を出射させ、その光を前記液晶表示素子の前方に出射させて表示する透過表示との両方の表示を行なうとともに、

前記表示駆動系により前記液晶表示素子の電極間に選択的に印加する前記複数の値の駆動電圧を、前記反射表示のときと前記透過表示のときとで個別に制御し、前記反射表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率と、前記透過表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率とを、前記複数の階調ごとにほぼ等しくしたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】前記表示駆動系は、前記透過表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子の透過表示のときの電圧-透過率特性に基づいて制御し、前記反射表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子の透過表示のときの電圧-透過率特性と反射表示のときの電圧-透過率特性との差に基づいて制御することを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】前記表示駆動系は、前記反射表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子の反射表示のときの電圧-透過率特性に基づいて制御し、前記透過表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子の反射表示のときの電圧-透過率特性と透過表示のときの電圧-透過率特性との差に基づいて制御することを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項4】前記液晶表示素子は、その一方の基板の内面に、複数の画素電極と、これらの画素電極にそれぞれ接続された複数の薄膜トランジスタと、前記複数の薄膜トランジスタにそれぞれ接続された複数のゲートラインおよびデータラインが設けられ、他方の基板の内面に、前記複数の画素電極に対向する対向電極が設けられたアクティブマトリックス液晶表示素子であり、前記表示駆動系は、前記複数のゲートラインに接続されたゲート側駆動回路と、前記複数のデータラインに接続されたデータ側駆動回路と、前記データ側駆動回路に前記複数の階調の透過率にそれぞれ対応する複数の γ 補正電位を供給する γ 補正電位供給手段とからなっており、前記 γ 補正電位供給手段は、前記反射表示のときと前記透過表示のときとでそれぞれ異なる値の複数の γ 補正電

位を前記データ側駆動回路に供給し、

前記データ側駆動回路は、前記 γ 補正電位供給手段から供給される前記複数の γ 補正電位のなかから画像データに対応する γ 補正電位を選択し、その電位のデータ信号を前記データラインに供給することを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項5】前記 γ 補正電位供給手段は、前記反射表示と前記透過表示の別を判定する反射/透過判定部と、この反射/透過判定部の判定結果に基づいて、前記反射表示のときの複数の γ 補正電位と前記透過表示のときの複数の γ 補正電位とのいずれかを前記データ側駆動回路に供給する γ 補正電位出力部とからなっていることを特徴とする請求項4に記載の液晶表示装置。

【請求項6】前記 γ 補正電位出力部は、2通りの複数の基準電位を発生する基準電位発生回路と、この基準電位発生回路が発生する前記2通りの複数の基準電位のいずれかを前記反射/透過判定部の判定結果に基づいて選択し、その選択した複数の電位を前記複数の γ 補正電位として前記データ側駆動回路に供給する電位選択回路とからなっていることを特徴とする請求項5に記載の液晶表示装置。

【請求項7】前記反射/透過判定部は、前記照明手段からの照明光の出射に連動して前記反射表示と前記透過表示の別を判定することを特徴とする請求項5または6に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、反射表示と透過表示との両方の表示を行なう2ウェイ表示型の液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】2ウェイ表示型の液晶表示装置は、液晶層をはさんで対向する一対の基板の内面にそれぞれ電極が設けられた液晶表示素子の背後に、照明光を前記液晶表示素子に向けて出射するとともに前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記液晶表示素子に向けて反射する照明手段を配置して構成されている。なお、前記照明手段としては、一般に、照明光を出射する照明パネルの前面に半透過反射板を配置したものが用いられている。

【0003】前記2ウェイ液晶表示装置は、前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記照明手段により反射し、その反射光を前記液晶表示素子の前方に出射させて表示する反射表示と、前記照明手段から照明光を出射させ、その光を前記液晶表示素子の前方に出射させて表示する透過表示との両方の表示を行なうものであり、充分な明るさの外光が得られる環境下では、前記照明手段から照明光を出射させずに外光を利用する反射表示を行ない、充分な明るさの外光が得られない環境下では、前記照明手段から照明光を出射させてその照明光を利用す

3

る透過表示を行なう。

【0004】前記照明光を利用する透過表示は、液晶表示装置の使用環境の照度が所定の照度以下であるとき、つまり、外光を利用する反射表示だけでは十分な画面輝度が得られないときに行なわれ、このような照度の環境下において前記照明手段から照明光を出射させると、外光を利用する反射表示による画面の輝度不足が、照明光を利用する透過表示の併用により補われる。また、外光が得られない暗い環境下では、照明光を利用する透過表示だけになる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の2ウェイ液晶表示装置は、外光を利用する反射表示のときの表示品位と、照明光を利用する透過表示のときの表示品位とが異なるという問題をもっている。

【0006】これは、外光を利用する反射表示のときの光の透過経路と、照明光を利用する透過表示のときの光の透過経路との違いによるものであり、反射表示のときは、液晶表示素子の前方から入射した外光が前記液晶表示素子を透過してその背後の照明手段により反射され、その反射光が前記液晶表示素子を再び透過して前方に出射するのに対し、透過表示のときは、前記照明手段からの照明光が前記液晶表示素子にその背面から入射し、この液晶表示素子を透過して前方に出射するため、前記液晶表示素子は、外光を利用する反射表示のときと、照明光を利用する透過表示のときとで、異なる電圧-透過率特性を示す。

【0007】一方、前記液晶表示素子は、液晶層をはさんで対向する一対の基板の内面にそれぞれ設けられた電極間に、あらかじめ設定された複数の値の駆動電圧を選択的に印加することにより表示駆動されている。

【0008】しかし、上記のように、液晶表示素子は、外光を利用する反射表示のときと、照明光を利用する透過表示のときとで、異なる電圧-透過率特性を示すため、前記電極間に印加される駆動電圧に対する透過率が、前記反射表示のときと前記透過表示のときとで異なり、反射表示のときの表示品位と、照明光を利用する透過表示のときの表示品位とが異なってしまう。

【0009】この発明は、外光を利用する反射表示のときも、照明光を利用する透過表示のときも、ほぼ同じ品位の表示を得ることができる2ウェイ表示型の液晶表示装置を提供することを目的としたものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】この発明の液晶表示装置は、液晶層をはさんで対向する一対の基板の内面にそれぞれ電極が設けられた液晶表示素子と、前記液晶表示素子の背後に配置され、照明光を前記液晶表示素子に向けて出射するとともに前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記液晶表示素子に向けて反射する照明手段と、前記液晶表示素子の電極間に複数の値の駆動電圧を

(3)

4

選択的に印加する表示駆動系とを備え、前記液晶表示素子の前方から入射する外光を前記照明手段により反射し、その反射光を前記液晶表示素子の前方に出射させて表示する反射表示と、前記照明手段から照明光を出射させ、その光を前記液晶表示素子の前方に出射させて表示する透過表示との両方の表示を行なうとともに、前記表示駆動系により前記液晶表示素子の電極間に選択的に印加する前記複数の値の駆動電圧を、前記反射表示のときと前記透過表示のときとで個別に制御し、前記反射表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率と、前記透過表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率とを、前記複数の階調ごとにほぼ等しくしたことを特徴とするものである。

【0011】この発明の液晶表示装置によれば、外光を利用する反射表示のときも、照明光を利用する透過表示のときも、ほぼ同じ品位の表示を得ることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】この発明の液晶表示装置は、上記のように、液晶表示素子の電極間に選択的に印加する前記複数の値の駆動電圧を、反射表示のときと透過表示のときとで個別に制御し、前記反射表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率と、前記透過表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率とを、前記複数の階調ごとにほぼ等しくすることにより、外光を利用する反射表示のときも、照明光を利用する透過表示のときも、ほぼ同じ品位の表示を得ることができるようにしたものである。

【0013】この発明の液晶表示装置において、前記表示駆動系は、例えば、前記透過表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子の透過表示のときの電圧-透過率特性に基づいて制御し、前記反射表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子の透過表示のときの電圧-透過率特性と反射表示のときの電圧-透過率特性との差に基づいて制御するように構成すればよく、このようにすることにより、反射表示のときの表示品位を、透過表示のときの表示品位とほぼ等しくすることができる。

【0014】また、前記液晶表示素子の表示駆動系は、前記反射表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子の反射表示のときの電圧-透過率特性に基づいて制御し、前記透過表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子の反射表示のときの電圧-透過率特性と透過表示のときの電圧-透過率特性との差に基づいて制御するように構成してもよく、このようにすることにより、透過表示のときの表示品位を、反射表示のときの表示品位とほぼ等しくすることができる。

【0015】この発明の液晶表示装置において、前記液晶表示素子が、その一方の基板の内面に、複数の画素電極と、これらの画素電極にそれぞれ接続された複数の薄

5

膜トランジスタと、前記複数の薄膜トランジスタにそれぞれ接続された複数のゲートラインおよびデータラインが設けられ、他方の基板の内面に、前記複数の画素電極に対向する対向電極が設けられたアクティブマトリクス液晶表示素子である場合、前記表示駆動系は、前記複数のゲートラインに接続されたゲート側駆動回路と、前記複数のデータラインに接続されたデータ側駆動回路と、前記データ側駆動回路に前記複数の階調の透過率にそれぞれ対応する複数の γ 補正電位を供給する γ 補正電位供給手段とからなり、前記 γ 補正電位供給手段が、前記反射表示のときと前記透過表示のときとでそれぞれ異なる値の複数の γ 補正電位を前記データ側駆動回路に供給し、前記データ側駆動回路が、前記 γ 補正電位供給手段から供給される前記複数の γ 補正電位のなかから画像データに対応する γ 補正電位を選択して、その電位のデータ信号を前記データラインに供給する構成とすればよく、このように前記表示駆動系を構成することにより、前記アクティブマトリクス液晶表示素子の表示品位を、外光を利用する反射表示のときも、照明光を利用する透過表示のときも、ほぼ同じにすることができる。

【0016】この場合、前記 γ 補正電位供給手段は、前記反射表示と前記透過表示の別を判定する反射／透過判定部と、この反射／透過判定部の判定結果に基づいて、前記反射表示のときの複数の γ 補正電位と前記透過表示のときの複数の γ 補正電位とのいずれかを前記データ側駆動回路に供給する γ 補正電位出力部とにより構成するのが望ましく、このようにすることにより、反射表示と透過表示の別に応じて、前記データ側駆動回路に供給する γ 補正電位を自動的に切換えることができる。

【0017】さらに、前記 γ 補正電位出力部は、2通りの複数の基準電位を発生する基準電位発生回路と、この基準電位発生回路が発生する前記2通りの複数の基準電位のいずれかを前記反射／透過判定部の判定結果に基づいて選択し、その選択した複数の電位を前記複数の γ 補正電位として前記データ側駆動回路に供給する電位選択回路とにより構成するのが好ましく、このようにすることにより、前記データ側駆動回路に供給する γ 補正電位を、反射表示と透過表示の別に応じて確実に切換えることができる。

【0018】また、前記反射／透過判定部は、前記照明手段からの照明光の出射に連動して前記反射表示と前記透過表示の別を判定するように構成するのが望ましく、このようにすることにより、反射表示と透過表示の別を信頼性良く判定し、その表示のときの γ 補正電位を前記データ側駆動回路に供給することができる。

【0019】

【実施例】図1～図6はこの発明の一実施例を示しており、図1は液晶表示装置の基本構成図、図2は図1における γ 補正電位出力部の詳細図、図3は液晶表示装置の具体的な構成を示す側面図、図4は図3の一部分の拡大

(4)

6

図、図5はこの実施例の液晶表示装置に用いた液晶表示素子の一部分の断面図である。

【0020】この実施例の液晶表示装置は、図1および図3に示すように、液晶表示素子1と、この液晶表示素子1の背後に配置され、照明光を前記液晶表示素子1に向けて出射するとともに前記液晶表示素子1の前方から入射する外光を前記液晶表示素子1に向けて反射する照明手段20と、前記液晶表示素子1の表示駆動系40とを備えている。

【0021】まず、前記液晶表示素子1について説明すると、この実施例で用いた液晶表示素子1は、フルカラー画像等の多色カラー画像を表示するアクティブマトリクス液晶表示素子であり、図5に示すように、液晶層10をはさんで対向する前面側および背面側の一方の透明基板2、3のうちの一方の基板、例えば背面側基板3の内面には、行方向および列方向にマトリクス状に配列する複数の透明な画素電極4と、これらの画素電極4にそれぞれ接続された複数の薄膜トランジスタ（以下、TFTと記す）5と、前記複数のTFT5にそれぞれ接続された複数のゲートラインおよびデータライン（いずれも図示せず）が設けられている。

【0022】なお、図5では前記TFT5を簡略化して示しているが、このTFT5は、基板3上に形成されたゲート電極と、このゲート電極を覆って基板3のほぼ全面に形成された透明なゲート絶縁膜と、このゲート絶縁膜の上に前記ゲート電極に対向させて設けられたi型半導体膜と、このi型半導体膜の両側部の上にn型半導体膜を介して形成されたソース電極およびドレイン電極とからなっている。

【0023】また、図示しない前記ゲートラインは、前記基板3上に各画素電極行の一侧にそれぞれ沿わせて配線されており、前記TFT5のゲート電極は、前記ゲートラインに一体に形成されている。なお、このゲートラインも、その端子部を除いて前記ゲート絶縁膜により覆われている。

【0024】一方、図示しない前記データラインは、前記ゲート絶縁膜の上に各画素電極列の一侧にそれぞれ沿わせて配線されており、前記TFT5のドレイン電極は前記データラインに接続され、ソース電極は前記画素電極4に接続されている。

【0025】また、前面側基板2の内面には、複数の色の着色膜、例えば赤、緑、青の3色のカラーフィルタ7R、7G、7Bが、前記複数の画素電極4にそれぞれ対応させて交互に並べて設けられており、その上に、前記複数の画素電極4の全てに対向する一枚膜状の透明な対向電極8が設けられている。

【0026】なお、この液晶表示素子1は、TN（ツイステッドネマティック）型のものであり、前記液晶層10の液晶分子は、前記一方の基板2、3の内面にそれぞれ設けられた配向膜9、6によりこれらの基板2、3の

(5)

7

近傍における配向方向を規制されて、両基板2、3間において所定のツイスト角（例えばほぼ90度）でツイスト配向しており、また前記一对の基板2、3の外面にはそれぞれ偏光板11、12が、その透過軸を所定の方

向に向けて配置されている。
【0027】前記液晶表示素子1の表示駆動系40は、前記液晶表示素子1の対向電極8を基準電位に接続し、前記複数のゲートラインにゲート信号を供給するとともに、前記複数のデータラインにデータ信号を供給することにより、前記複数の画素電極4と対向電極8との間にそれぞれ複数の値の駆動電圧を選択的に印加して、前記液晶表示素子1を表示駆動する。

【0028】この前記表示駆動系40は、図1に示したように、前記液晶表示素子1の複数のゲートラインに接続されたゲート側駆動回路41と、前記液晶表示素子1の複数のデータラインに接続されたデータ側駆動回路42と、前記データ側駆動回路42に複数の階調の透過率にそれぞれ対応する複数の γ 補正電位を供給する γ 補正電位供給手段43とからなっている。

【0029】前記ゲート側駆動回路41は、前記TFT5をオンさせる電位になる選択期間を前記タイミング信号に同期させて順次ずらした波形のゲート信号を前記複数のゲートラインに供給する。

【0030】また、前記データ側駆動回路42は、前記 γ 補正電位供給手段43から供給される前記複数の γ 補正電位のなかから、外部から供給される画像データに対応する γ 補正電位を選択し、その電位のデータ信号を前記タイミング信号に同期させて前記複数のデータラインに供給する。

【0031】そして、前記複数のデータラインに供給されたデータ信号は、前記ゲート信号により各行ごとに順次オンされるTFT5を介して各列の画素電極4に供給され、これらの画素電極4と前記基準電位に接続された対向電極8との間に、前記データ信号の電位、つまり前記画像データに対応する γ 補正電位に応じた駆動電圧が印加される。

【0032】次に、前記液晶表示素子1の背後に配置された照明手段20について説明すると、この照明手段20は、図3および図4に示したように、照明光を発する光源21と、この光源21からの照明光を端面から取り込んで前方に出射するとともに前記液晶表示素子1の前方から入射する外光を前方に反射する導光体24と、この導光体24の前面側に配置された光学部材30とにより構成されている。

【0033】前記導光体24は、アクリル系樹脂等からなる透明板であり、その一端面が前記光源21からの光を取り込む入射端面25となっている。また、この導光体24の前面は、前記入射端面25側から他端側に向かって段階的に低くなる（導光体背面との間隔を狭める）ように形成された互いに平行な複数の段面26と、これ

8

らの段面26をつなぐ複数の段差面27とからなる微小ピッチの階段形状面に形成されており、背面には、鏡面反射板29が設けられている。

【0034】前記階段形状面の複数の段差面27は、前記入射端面25とほぼ平行な面であり、これらの段差面27の間の前記段面26は、導光体24の幅方向（入射端面25の長さ方向）に沿う横長の平坦面である。

【0035】そして、前記導光体24の前記複数の段面26上にはそれぞれ、その全面にわたってアルミニウム等の高反射率金属の蒸着膜からなる鏡面反射膜28が設けられており、これらの反射膜28により、前記液晶表示素子1の前方から入射する外光を前方に反射する外光反射面が形成されている。

【0036】また、前記導光体24の前記複数の段差面26は、反射膜を形成しない光透過面とされており、これらの段差面26がそれぞれ、前記入射端面25から入射した照明光の出射面となっている。

【0037】前記光源21は、例えば、前記導光体24の入射端面25の全長にわたる長さの直管状蛍光灯22、この蛍光灯22からの放射光を前記導光体24の入射端面25に向けて反射するリフレクタ23とからなっており、この光源21は、前記導光体24の側方に、その入射端面25に対向させて配置されている。

【0038】一方、前記光学部材30は、その前面から入射する光を背面に出射するとともに前記導光体24の複数の段面26上の反射膜28により反射されてこの光学部材30の背面から入射する光を前面に出射し、前記導光体24の複数の段差面（出射面）27から出射する照明光を、背面から取り込んで前方に出射する特性を有している。

【0039】この光学部材30は、前記導光体24とほぼ同じ横幅を有するアクリル系樹脂等からなる透明板であり、その前面は平坦面とされ、背面には、前記導光体24の階段形状面の複数の段差面27から出射する光を取り込むための複数の入射部31が一体に設けられている。

【0040】これらの入射部31は、光学部材30の横幅全長にわたって形成された三角形状の断面形状を有する横長の突起からなっており、前記光学部材30は、その背面の複数の入射部31の長さ方向を前記導光体24の複数の段差面27の長さ方向とほぼ平行にするとともに、前記複数の入射部31の頂部を前記導光体24の複数の段面26上の反射膜28に近接または当接させて配置されている。

【0041】そして、前記複数の入射部31の両側面のうち、前記導光体24の段差面27に対向する一方の側面は、前記段差面27から出射する光を取り込む入射面31aとなっており、他方の側面は、前記入射面31aから取り込んだ光を光学部材30の前面方向に向けて屈折させる屈折面31bとなっている。

(6)

9

【0042】前記入射面31aは、前記導光体24の段差面27とほぼ平行またはそれに近い傾きをもった面であり、前記屈折面31bは、光学部材30の前面の法線とのなす角度が、前記入射面31aと前記法線とのなす角度よりも大きな傾斜角度をもつ傾斜面である。

【0043】なお、前記入射部31の望ましい形状は、入射面31aが前記法線に対して前記導光体24の段差面27に向き合う方向に5～15度傾斜し、屈折面31bが前記法線に対して反対方向に20～50度傾斜した形状である。

【0044】また、前記複数の入射部31は、それぞれの間に間隔を存して一定のピッチで設けられており、前記光学部材30の隣接する入射部31の間の背面領域は、前記導光体24の複数の段面26上の反射膜28に対向する入射面32となっている。

【0045】この入射面32は、液晶表示素子1の前方から入射し、前記導光体24の複数の段面26上の反射膜28により反射されて前方に出射する光を透過させるための面であり、前記導光体24の段面26とほぼ平行またはそれに近い傾きをもっている。

【0046】さらに、前記光学部材30の複数の入射部31は、前記導光体24の段差面27のピッチよりも小さいピッチで設けられており、したがって、前記導光体24の複数の段差面27は、そのそれぞれが、前記光学部材の30の少なくとも1つの入射部31に必ず対向している。

【0047】なお、図3および図4では、便宜上、導光体24の階段形状面および光学部材30の複数の入射部31とその間の入射面32を大きく拡大して示したが、前記光学部材30の入射部31のピッチは、液晶表示素子1の画素領域（複数の画素電極4と対向電極8とが互いに対向する領域）のピッチとほぼ同じか、あるいはそれよりも小さく設定されており、この光学部材30の入射部31のピッチに応じて、前記導光体24の段差面27のピッチが、前記光学部材30の入射部31のピッチよりも若干大きく設定されている。

【0048】そして、この実施例の液晶表示装置では、上記光源21と導光体24と光学部材30とからなる照明手段20を、前記光学部材30の複数の入射部31の長さ方向および導光体24の複数の段差面27の長さ方向を液晶表示素子1の画面の横軸とほぼ平行にするとともに、前記光源21の配置側を外光の主な取り込み方向に向けて、前記液晶表示素子1の背後に配置している。

【0049】すなわち、一般に、反射型の液晶表示装置は、画面の法線に対して前記画面の上縁側に傾いた方向から主に外光を取り込むように画面の向きを選んで使用される。

【0050】そのため、この実施例では、上記照明手段20を、光源21の配置側を外光の主な取り込み方向である画面の上縁側、つまり液晶表示素子1の上縁側（図

10

3において左側）に向けて配置している。

【0051】また、上記照明手段20は、この照明手段20からの照明光の出射を制御する照明制御手段33を備えており、液晶表示装置の使用環境の照度が所定値以下になったときに、自動的に照明光を出射するとともに、その照明光の輝度を、前記環境の照度に応じて制御する。

【0052】前記照明制御手段33は、図1および図3に示すように、環境照度を測定する照度検出器34と、光源制御部35とからなっており、前記照度検出器34は、液晶表示素子1にその前方から入射する外光の照度と同じ環境照度を測定するように、受光面を前記液晶表示素子1の前面とほぼ平行にしてこの液晶表示素子1の近傍に配置されている。

【0053】前記光源制御部35は、前記照度検出器34により測定された環境照度に基づいて、前記光源21の点灯およびその出射輝度を制御するものであり、前記環境照度が予め設定された所定の照度（外光を利用する反射表示だけでは十分な画面輝度が得られない照度）以下であるときに、前記光源21を点灯させるとともに、この光源21の出射輝度を、前記液晶表示素子1の画面輝度が環境照度に応じて予め定められた輝度範囲となるように制御する。

【0054】この液晶表示装置は、液晶表示素子1の前方から入射する外光を前記照明手段20により反射し、その反射光を前記液晶表示素子1の前方に出射させて表示する反射表示と、前記照明手段20から照明光を出射させ、その光を前記液晶表示素子1の前方に出射させて表示する透過表示との両方の表示を行なう2ウェイ表示型のものであり、十分な明るさの外光が得られる環境下では、前記照明手段20から照明光を出射させずに外光を利用する反射表示を行ない、十分な明るさの外光が得られない環境下では、前記照明手段20から照明光を出射させてその照明光を利用する透過表示を行なう。

【0055】まず、前記反射表示のときの外光の出射経路を説明すると、外光は、その経路を図4に実線で示したように、液晶表示素子1にその前方から入射し、この液晶表示素子1を透過して前記照明手段20により反射され、再び前記液晶表示素子1を透過して前方に出射する。

【0056】すなわち、反射表示のときは、液晶表示素子1にその前方から入射し、この液晶表示素子1を透過してその背面に出射した外光が、前記照明手段20の前面部材である光学部材30にその前面から入射し、この光学部材30を透過してその背面に出射し、前記導光体24の複数の段面26上の反射膜28により反射される。

【0057】なお、この液晶表示装置では、上述したように、前記照明手段20を、光源21の配置側を液晶表示装置の外光の主な取り込み方向である画面の上縁側に

(7)

11

向けて配置しているため、液晶表示素子 1 を透過した外光は、主に前記光源 21 の配置側から前記光学部材 30 に入射するが、その入射角は様々である。

【0058】そのため、前記光学部材 30 にその前面から入射した外光は、この光学部材 30 内をその背面に向かって様々な方向に進むが、その入射光のうち、光学部材背面の複数の入射部 31 の傾斜角が大きい屈折面 31b と、隣接する入射部 31 の間の入出射面 32 に向かう光は、これらの面 31b、32 と外気（導光体 24 と光学部材 30 との間の空気層）との界面を透過して背面に出射し、前記導光体 24 の段面 26 上の反射膜 28 により反射される。

【0059】また、前記入射光のうち、前記入射部 31 の傾斜角が小さい入射面 31a に向かう光は、その経路は図示しないが、この入射面 31a と外気との界面で全反射されて向きを変え、前記屈折面 31b または入出射 32 から背面に出射して、前記導光体 24 の段面 26 上の反射膜 28 により反射される。

【0060】前記導光体 24 の複数の段面 26 上の反射膜 28 により反射された反射光は、前記光学部材 30 にその背面から取り込まれ、この光学部材 30 を透過してその前面から出射する。

【0061】このとき、前記導光体 24 の段面 26 と前記光学部材 30 の複数の入射部 31 の入射面 31a とのなす角度が大きい（直角に近い）ため、導光体 24 の段面 26 上の反射膜 28 により反射された反射光は、そのほとんどが光学部材 30 の複数の入射部 31 の屈折面 31b および前記入出射面 32 から取り込まれる。

【0062】そして、前記入射部 31 の屈折面 31b から取り込まれた光のうちの直接光学部材 30 の前面に向かう光と、前記入出射面 32 から取り込まれた光は、その向きのまま光学部材 30 を透過してその前面から出射し、前記入射部 31 の屈折面 31b から取り込まれた光のうち、反対側の入射面 31a に向かう光は、この入射面 31a と外気との界面で全反射されて向きを変え、前記屈折面 31b および入出射面 32 から直接光学部材 30 の前面に向かう光の方向に近い方向に向きを変えて光学部材 30 の前面から出射する。

【0063】そのため、前記照明手段 20 の前面（光学部材 30 の前面）に出射する外光の反射光は、様々な入射角で入射した外光が正面方向（光学部材 30 の前面の法線の近傍の方向）に集光された高輝度の光であり、したがって、この外光の反射光は、正面方向に出射する光の輝度が高い輝度分布の光である。

【0064】すなわち、前記光学部材 30 の前面に出射する外光の反射光は、前記入射部 31 から入射して正面方向に集光された輝度分布の光に、前記入射部 31 の間の入出射面 32 から入射して正面方向に透過した光が重畳した、正面方向に出射する光の輝度が高い輝度分布の光である。

12

【0065】そして、前記照明手段 20 の前面から出射した前記反射光は、前記液晶表示素子 1 にその背面から入射し、この液晶表示素子 1 を再び透過してその前面から前方に出射する。

【0066】なお、前記液晶表示素子 1 は、複数の画素電極 4 にそれぞれ対応する赤、緑、青のカラーフィルタ 7R、7G、7B を備えているため、前記複数の画素電極 4 と対向電極 8 とが互いに対向する複数の画素領域から出射する光は、赤、緑、青の着色光であり、これらの着色光の出射強度が、その画素領域の電極 4、8 間に印加される駆動電圧に応じた液晶分子の配向変化により制御され、前記複数の画素領域からそれぞれ出射する様々な階調の赤、緑、青の着色光の混色によりフルカラー等の多色カラー画像が表示される。

【0067】次に、透過表示のときの照明光の出射経路を説明すると、前記照明手段 20 の光源 21 は、前記透過表示を行なうときに点灯される。

【0068】この光源 21 からの照明光は、前記導光体 24 にその入射端面 25 から取り込まれて導光体 24 内をその長さ方向に導かれ、図 4 に破線で示した経路のように、導光体前面の複数の段差面 27 のいずれから出射する。

【0069】なお、前記導光体 24 にその入射端面 25 から取り込まれた照明光は、導光体 24 内を様々な方向に向かって進むが、そのうちの前記複数の段差面 27 に直接向かう光は、その段差面 27 から出射する。

【0070】また、前記段差面 27 に直接向かう光以外の光、つまり、前記複数の段差面 27 の間の段面 26 に向かって進む光や、導光体 24 の背面に向かって進む光は、前記段面 26 上の反射膜 28 の裏面や、導光体背面に設けられた反射膜 29 により反射されて向きを変え、前記複数の段差面 27 のいずれかに入射して、その段差面 27 から出射する。

【0071】そのため、前記導光体 24 にその入射端面 25 から取り込まれた照明光のほとんどが、無駄なく前記複数の段差面 27 から出射する。

【0072】前記導光体 24 の複数の段差面 27 から出射した照明光は、前記導光体 24 の前面側に配置された光学部材 30 の背面の複数の入射部 31 に、その一側面の入射面 31a から入射する。

【0073】このとき、前記導光体 24 の複数の段差面 27 は、そのそれぞれが前記光学部材の 30 の少なくとも 1 つの入射部 31 に必ず対向しているため、前記導光体 24 の複数の段差面 27 から出射した照明光のほとんどが、無駄なく光学部材 30 のいずれかの入射部 31 に入射する。

【0074】なお、前記導光体 24 の複数の段差面 27 から出射する照明光のなかには、図 4 に示したように、次の段面 26 に向かって出射する光もあるが、その光は、前記次の段面 26 上の反射膜 28 により反射されて

(8)

13

前記光学部材30の入射部31に入射する。

【0075】前記光学部材30の複数の入射部31にその一側面の入射面31aから入射した照明光は、前記入射面31aとは反対側の屈折面31bと外気（導光体24と光学部材30との間の空気層）との界面で全反射されて光学部材30の前面方向に向きを変え、この光学部材30を透過してその前面から出射する。

【0076】この光学部材30の前面に出射する照明光は、前記複数の入射部31にその一側面の入射面31aから入射し、反対側の屈折面31bにより屈折されて所定の方向に集光した、所定方向の輝度が高い輝度分布の光である。

【0077】この実施例では、前記入射部31の屈折面31bの傾斜角を、この屈折面31bで屈折された光の向きが正面方向になるように設定しており、したがって、光学部材30の前面に出射する照明光は、正面方向の輝度が高い指向性をもった分布の光である。この光学部材30の前面に出射する照明光の出射方向は、前記入射部31の屈折面31bの傾斜角に応じた方向であり、前記屈折面31bの傾斜角が光学部材30の前面の法線に対して20～50度の範囲であるときに、より正面方向に近くなる。

【0078】そして、前記光学部材30の前方に出射した光、つまり照明手段20から出射した照明光は、液晶表示素子1にその背面から入射し、この液晶表示素子1を透過してその前面から前方に出射する。

【0079】この透過表示のときも、前記液晶表示素子1の複数の画素領域から出射する光は、赤、緑、青の着色光であり、これらの着色光の出射強度が、その画素領域の電極4、8間に印加される駆動電圧に応じた液晶分子の配向変化により制御され、前記複数の画素領域からそれぞれ出射する様々な階調の赤、緑、青の着色光の混色によりフルカラー等の多色カラー画像が表示される。

【0080】前記照明光を利用する透過表示は、環境照度が所定の照度以下であるとき、つまり、外光を利用する反射表示だけでは十分な画面輝度が得られないときに行なわれ、このような照度の環境下において前記照明手段20から照明光を出射させると、外光を利用する反射表示による画面の輝度不足が、照明光を利用する透過表示の併用により補われる。なお、外光が得られない暗い環境下では、照明光を利用する透過表示だけになる。

【0081】すなわち、この液晶表示装置は、充分な明るさの外光が得られる環境下では前記照明手段20から照明光を出射させずに外光を利用する反射表示を行ない、外光の明るさが不足するときに、前記照明手段20から照明光を出射させて画面輝度を補うものである。

【0082】この液晶表示装置における液晶表示素子1の画面輝度について説明すると、液晶表示装置の好適な画面輝度は、環境照度によって異なり、同じ画面輝度でも、環境照度によっては画面が眩しすぎたり暗すぎたり

14

する。

【0083】そのため、この液晶表示装置では、例えば夏期の直射日光下のような10000ルクスを超える高照度の環境下でも、眩しすぎない好適な画面輝度が得られるように、主に前記照明手段20の外光の反射率（導光体24の複数の段面26上の反射膜28の反射率）と液晶表示素子1の光の透過率とによって決まる液晶表示装置の反射率（液晶表示素子1の前方から入射する外光の強度に対する照明手段20により反射されて前記液晶表示素子1の前方に出射する出射光の強度との比）を、外光の反射光のみを利用する通常の反射型液晶表示装置に比べて低く設定し、また、液晶表示素子1の前方から入射して前記照明手段20により反射される外光の反射光と、前記照明手段20が出射する照明光との両方による画面輝度（ただし、環境照度がほとんど0ルクスであるときは、照明手段20が出射する照明光のみによる画面輝度）が、環境照度に応じた好適な画面輝度になるように、前記照明手段20が出射する照明光の輝度を、環境照度に応じて制御するようにしている。

【0084】環境照度に応じた好適な画面輝度は、例えば夜間の街灯下のような50ルクスの環境照度で20～200ニット、昼間や夜間の室内照明を点灯させたときの室内のような1000ルクスの環境照度で30～300ニット、晴天時の木陰のような3000ルクスの環境照度で400～4000ニットであり、より好ましくは、50ルクスの環境照度で20～60ニット、1000ルクスの環境照度で60～200ニット、3000ルクスの環境照度で1000～3000ニットである。

【0085】そこで、この実施例では、前記照明手段20が出射する照明光の輝度を、前記照明制御手段33により、環境照度に対する画面輝度が、50ルクスの環境照度で20～300ニット（より好ましくは20～60ニット）、1000ルクスの環境照度で30～300ニット（より好ましくは60～200ニット）、3000ルクスの環境照度で400～4000ニット（より好ましくは1000～3000ニット）の範囲をそれぞれ満足する二次関数で表わされる輝度となるように、環境照度に応じて制御するようにしている。

【0086】そのため、この液晶表示装置は、暗い環境下でも好適な画面輝度が得られるし、また、液晶表示装置の反射率が、外光の反射光のみを利用する通常の反射型液晶表示装置に比べて低くてよいと、夏期の直射日光下のような高照度の環境下でも、眩しすぎることはない好適な画面輝度を得ることができる。

【0087】また、この液晶表示装置は、環境照度がほとんど0ルクスであるとき、つまり外光がほとんど得られないときでも、前記照明手段20が出射する照明光を利用して好適な画面輝度の表示を行なうことができる。

【0088】前記照明光の輝度は、外光の反射光と前記

50

(9)

15

照明光との両方による画面輝度が、環境照度に対して好適な輝度になる値であればよく、その条件で前記照明手段から出射させる照明光の輝度を制御すればよい。前記照明手段20の消費電力は少なくてもよい。

【0089】したがって、この液晶表示装置は、消費電力が少なくすみ、しかも、低照度から高照度の広い照度範囲の環境において、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0090】なお、前記照明制御手段33は、室内照度(1000ルクス付近)よりも高い環境照度において、照明光の輝度を上述した条件で制御するのが望ましく、このようにすることにより、室内照度よりも高い照度の環境下において、その環境照度に対してより好適な画面輝度を得ることができる。

【0091】この場合、室内照度以下の環境照度では、前記照明光の輝度を一定に保つようにしてもよく、その場合でも、上記条件を満足するように照明光の輝度を設定すれば、室内照度以下の環境下においても、環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0092】ただし、前記照明制御手段33は、室内照度以下の環境照度でも、照明光の輝度を、環境照度が低くなるのともなう連続的に低くなるように制御するのが望ましく、このようにすることにより、室内照度よりも低い照度範囲の環境下での画面輝度をより好適にするとともに、前記照明手段20の消費電力をさらに少なくすることができる。

【0093】また、上記実施例では、前記照明制御手段33を、環境照度を測定する照度検出器34と、この照度検出器34により測定された環境照度に基づいて光源21の点灯およびその出射輝度を制御する光源制御部35とにより構成しているため、実際の環境照度に応じて前記照明光の輝度を制御し、その環境照度に対して好適な画面輝度を得ることができる。

【0094】さらに、上記実施例では、液晶表示素子1の背後に配置する照明手段20を、光源21と、前記光源21からの照明光を導いて液晶表示素子1に向けて出射する出射面(導光体24の複数の段差面27)と前記液晶表示素子1の前方から入射する外光を前記液晶表示素子1に向けて反射させるための前記出射面とは異なる外光反射面(導光体24の複数の段面22b上に形成した反射膜28)とが形成された導光体24とを備えた構成としているため、前記出射面(段差面27)からの照明光の出射率と、前記外光反射面(反射膜28)による外光の反射率とを、それぞれ独自に選ぶことが可能である。

【0095】したがって、前記出射面(段差面27)からの照明光の出射率を高くして前記光源21からの照明光の利用効率を上げ、その分だけ前記光源21の発光輝度を低くして、より消費電力を低減するとともに、前記反射面24での外光の反射率を、液晶表示装置の反射率

16

が所望の値になるように設定することができる。

【0096】しかも、前記導光体24は、その前面を階段形状面に形成し、その複数の段面26上にその全面にわたって反射膜28を設けたものであるため、この導光体24は、平坦な反射面を有する通常の反射板と同等の反射特性をもっており、したがって、前方から入射する外光のほとんどを無駄なく反射することができる。

【0097】なお、前記照明手段20の前面部材である光学部材30の複数の入射部31の屈折面31bは、図3および図4に示したような一定の傾き角をもった直線面に限らず、曲面状の集光屈折面としてもよく、このようにすれば、前記入射部31の入射面31aから取り込まれて前記屈折面31bにより前面方向に向けて屈折される光が、曲面状の集光屈折面である前記屈折面31bの集光作用により所定の方向に集光するため、より強い指向性を持った輝度分布の照明光および反射光を出射することができる。

【0098】また、この実施例では、前記照明手段20を構成する導光体24の背面に反射板29を設けているが、導光体24にその入射端面25から入射した照明光のうちの導光体背面に向かう光のほとんどを、導光体24の背面と外気(空気)との界面で全反射することができるときは、前記反射板29を省略してもよい。

【0099】さらに、上記実施例では、前記導光体24の階段形状面の複数の段面26上に反射膜28を設けているが、その代わりに、前記導光体24の背面全体に反射膜を設けて導光体背面を外光反射面とし、前方から入射する外光を前記階段形状面の複数の段面26を透過させて導光板背面の外光反射面により反射するようにしてもよい。

【0100】また、前記導光体24は、その複数の端面をそれぞれ光源21からの照明光を取り込む入射端面としたものでもよく、例えば導光体24の互いに反対側の2つの端面をそれぞれ入射端面とする場合は、この導光体24の前面を、両方の入射端面から導光体24の中間部に向かって段階的に低くなる階段形状面とし、前記両方の入射端面にそれぞれ対向させて光源21を配置すればよい。

【0101】さらに、前記照明手段20の光源21は、蛍光灯22を用いるものに限らず、例えば複数のLED(発光ダイオード)を整列させたLEDアレイや、EL(エレクトロルミネセンス)パネル等であってもよい。

【0102】ところで、上記液晶表示装置は、外光を利用する反射表示のときの光の透過経路と、照明光を利用する透過表示のときの光の透過経路とが異なっており、反射表示のときは、液晶表示素子1の前方から入射した外光が前記液晶表示素子1を透過してその背後の照明手段20により反射され、その反射光が前記液晶表示素子1を再び透過して前方に出射するのに対し、透過表示の

17

ときは、前記照明手段20からの照明光が前記液晶表示素子1にその背面から入射し、この液晶表示素子1を透過して前方に出射する。

【0103】そのため、前記液晶表示素子1は、外光を利用する反射表示のときと、照明光を利用する透過表示のときとで、異なる電圧-透過率特性を示す。

【0104】図6は、前記液晶表示素子1の反射表示のときと透過表示のときの電圧-透過率特性を示しており、実線は反射表示のときの電圧-透過率特性、破線は透過表示のときの電圧-透過率特性である。

【0105】なお、図6に示した電圧-透過率特性は、無電界状態、つまり液晶分子が基板2、3面に対して最も倒伏した初期配向状態にあるときの透過率が最も高く、電極4、8間に印加される電圧により液晶分子が基板2、3面に対して立ち上がるように配向するのにならなって透過率が透過率が低下するノーマリーホワイモードのTN型液晶表示素子の特性である。

【0106】このように、前記液晶表示素子1は、反射表示のときと透過表示のときとで異なる電圧-透過率特性を示すため、電極4、8間に印加される駆動電圧に対する透過率が、前記反射表示のときと前記透過表示のときとで異なり、反射表示のときの表示品位と、照明光を利用する透過表示のときの表示品位とが異なってしまう。

【0107】そこで、この液晶表示装置では、前記表示駆動系40により液晶表示素子1の電極4、8間に選択的に印加する複数の値の駆動電圧を、前記反射表示のときと前記透過表示のときとで個別に制御し、前記反射表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率と、前記透過表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率とを、前記複数の階調ごとにほぼ等しくするようにしている。

【0108】この実施例では、前記表示駆動系40を、前記透過表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子1の透過表示のときの電圧-透過率特性に基づいて制御し、前記反射表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子1の透過表示のときの電圧-透過率特性と反射表示のときの電圧-透過率特性との差に基づいて制御するように構成している。

【0109】前記表示駆動系40の構成を説明すると、この表示駆動系40は、図1に示したように、ゲート側駆動回路41と、データ側駆動回路42と、前記データ側駆動回路42に複数の階調の透過率にそれぞれ対応する複数の γ 補正電位を供給する γ 補正電位供給手段43とからなっている。

【0110】そして、この実施例では、前記 γ 補正電位供給手段43から、前記反射表示のときと前記透過表示のときとでそれぞれ異なる値の複数の γ 補正電位を前記データ側駆動回路42に供給するようにしている。

【0111】前記 γ 補正電位供給手段43は、前記反射

(10)

18

表示と前記透過表示の別を判定する反射/透過判定部44と、この反射/透過判定部44の判定結果に基づいて、前記反射表示のときの複数の γ 補正電位と前記透過表示のときの複数の γ 補正電位とのいずれかを前記データ側駆動回路15に供給する γ 補正電位出力部45とにより構成されている。

【0112】前記反射/透過判定部44は、前記照明手段20からの照明光の出射に連動して前記反射表示と前記透過表示の別を判定する。

【0113】すなわち、この実施例では、前記照明制御手段33の光源制御部35を、前記照明手段20の光源21を点灯させたときに光源点灯信号を前記反射/透過判定部44に出力し、前記光源21を消灯させたときに光源消灯信号を前記反射/透過判定部44に出力するように構成し、前記反射/透過判定部44を、前記光源点灯信号が入力されたときに透過表示判定信号を前記 γ 補正電位出力部45に出力し、前記光源消灯信号が入力されたときに反射表示判定信号を前記 γ 補正電位出力部45に出力するように構成している。

【0114】また、前記 γ 補正電位出力部45は、その構成を図2に示したように、2通りの複数の基準電位を発生する基準電位発生回路46と、この基準電位発生回路46が発生する前記2通りの複数の基準電位のいずれかを前記反射/透過判定部44の判定結果に基づいて選択し、その選択した複数の電位を前記複数の γ 補正電位として前記データ側駆動回路42に供給する電位選択回路47とにより構成されている。

【0115】図2に示した γ 補正電位出力部45は、階調0～階調10の11階調分の γ 補正電位を前記データ側駆動回路42に供給するものであり、前記基準電位発生回路46は、前記反射表示のときの11階調分の γ 補正電位を得るための11段階の基準電位（以下、反射表示基準電位という）を発生し、その各基準電位を前記電位選択回路47に供給する第1の基準電位発生部46aと、前記透過表示のときの11階調分の γ 補正電位を得るための11段階の基準電位（以下、透過表示基準電位という）を発生し、その各基準電位を前記電位選択回路47に供給する第2の基準電位発生部46bとからなっている。

【0116】そして、この実施例では、反射表示のときの階調0～階調10の透過率と、透過表示のときの階調0～階調10の透過率とを各階調ごとにほぼ等しくするために、前記第2の基準電位発生部46bが発生する11段階の透過表示基準電位を、前記液晶表示素子1の透過表示のときの電圧-透過率特性に基づいて設定し、前記第1の基準電位発生部46aが発生する11段階の反射表示基準電位を、前記液晶表示素子1の透過表示のときの電圧-透過率特性と反射表示のときの電圧-透過率特性との差に基づいて設定している。

【0117】すなわち、前記液晶表示素子1の反射表示

(11)

19

のときと透過表示のときの電圧-透過率特性が図6に示したような特性である場合、約30%より低い透過率を得るための駆動電圧と、約60%より高い透過率を得るための駆動電圧は、透過表示のときよりも反射表示のときの方が低く、約30%より高く約60%より低い範囲の透過率を得るための駆動電圧は、透過表示のときよりも反射表示のときの方が僅かに高い。

【0118】そのため、この実施例では、前記第1の基準電位発生部46aが発生する11段階の反射表示基準電位のうち、透過率が約30%より低い各階調の γ 補正電位を得るための基準電位と、透過率が約60%より高い各階調の γ 補正電位を得るための基準電位とをそれぞれ、前記第2の基準電位発生部46bが発生する同じ階調の γ 補正電位を得るための透過表示基準電位よりも、前記電圧-透過率特性の差に応じた値だけ低く設定し、透過率が約30%より高く約60%より低い範囲の各階調の γ 補正電位を得るための反射表示基準電位を、前記第2の基準電位発生部26bが発生する同じ階調の γ 補正電位を得るための透過表示基準電位よりも、前記電圧-透過率特性の差に応じた値だけ高く設定している。

【0119】なお、図6に示したように、約30%の透過率および約60%の透過率を得るための駆動電圧は、反射表示のときも透過表示のときもほぼ同じであるため、前記第1の基準電位発生部46aが発生する反射表示基準電位のうち、透過率が約30%の階調の γ 補正電位と、透過率が約60%の階調の γ 補正電位とを得るための基準電位は、前記第2の基準電位発生部46bが発生する同じ階調の γ 補正電位を得るための透過表示基準電位と同じでよい。

【0120】前記電位発生回路46の第1の基準電位発生部46aが発生する11段階の反射表示基準電位は、前記電位選択回路47の入力側端子A1~K1にそれぞれ供給され、第2の基準電位発生部46bが発生する11段階の透過表示基準電位は、前記電位選択回路47の入力側端子A2~K2にそれぞれ供給される。

【0121】また、前記電位選択回路47は、各段階の反射表示基準電位と透過表示基準電位が供給される一対ずつの入力端子A1、A2~K1、K2に対してそれぞれ1つずつの出力端子A~Kを有しており、前記反射/透過判定部44からの反射/透過判定信号に基づいて、その信号が反射表示判定信号であるときは、入力側端子A1~K1にそれぞれ供給された各段階の反射表示基準電位を前記出力端子A~Kから出力し、前記反射/透過判定部44からの反射/透過判定信号が透過表示判定信号であるときは、入力側端子A2~K2にそれぞれ供給された各段階の透過表示基準電位を前記出力端子A~Kから出力する。

【0122】この前記電位選択回路47の各出力端子A~Kから出力された各段階の基準電位は、それぞれオペアンプ48を介して増幅され、V0~V10の11階調

20

分の γ 補正電位として前記データ側駆動回路42に供給される。

【0123】そして、前記データ側駆動回路42は、上述したように、前記 γ 補正電位供給手段43から供給される前記V0~V10の11階調分の γ 補正電位のなかから、外部から供給される画像データに対応する γ 補正電位を選択し、その電位のデータ信号を液晶表示素子1の複数のデータラインに供給する。

【0124】したがって、上記表示駆動系40により液晶表示素子1の電極4、8間に選択的に印加される複数の値の駆動電圧は、外光を利用する反射表示のときは、上記反射表示基準電位から得られた γ 補正電位に対応する電圧であり、照明光を利用する透過表示のときは、上記透過表示基準電位から得られた γ 補正電位に対応する電圧であり、そのため、前記反射表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率と、前記透過表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率とを、前記複数の階調ごとにほぼ等しくすることができる。

【0125】すなわち、上記液晶表示装置は、前記表示駆動系40により前記液晶表示素子1の電極4、8間に選択的に印加する前記複数の値の駆動電圧を、前記反射表示のときと前記透過表示のときとで個別に制御し、前記反射表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率と、前記透過表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率とを、前記複数の階調ごとにほぼ等しくしたであり、この液晶表示装置によれば、外光を利用する反射表示のときも、照明光を利用する透過表示のときも、ほぼ同じ品位の表示を得ることができる。

【0126】しかも、上記液晶表示装置においては、前記表示駆動系40を、前記透過表示のときの複数の値の駆動電圧を、液晶表示素子1の透過表示のときの電圧-透過率特性に基づいて制御し、前記反射表示のときの複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子1の透過表示のときの電圧-透過率特性と反射表示のときの電圧-透過率特性との差に基づいて制御するように構成しているため、反射表示のときの表示品位を、透過表示のときの表示品位とほぼ等しくし、反射表示のときも透過表示のときも、明表示の輝度が高く、またコントラストの高い表示を得ることができる。

【0127】すなわち、前記液晶表示素子1の反射表示のときと透過表示のときの電圧-透過率特性を比較すると、図6に示したように、透過表示のときの電圧-透過率特性の方が、明表示の輝度が高く、またコントラストの高い表示が得られる特性であり、したがって、上記のように、透過表示のときの複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子1の透過表示のときの電圧-透過率特性に基づいて制御し、反射表示のときの複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子1の透過表示のときの電圧-透過

(12)

21

率特性と反射表示のときの電圧-透過率特性との差に基づいて制御するようにすれば、反射表示のときも透過表示のときも、明表示の輝度が高く、またコントラストの高い表示を得ることができる。

【0128】また、上記液晶表示装置で用いた液晶表示素子1は、アクティブマトリックス液晶表示素子であるが、上記実施例では、前記表示駆動系40を、前記複数のゲートラインに接続されたゲート側駆動回路41と、前記複数のデータラインに接続されたデータ側駆動回路42と、前記データ側駆動回路42に前記複数の階調の透過率にそれぞれ対応する複数の γ 補正電位を供給する γ 補正電位供給手段43とからなり、前記 γ 補正電位供給手段43が、前記反射表示のときと前記透過表示のときとでそれぞれ異なる値の複数の γ 補正電位を前記データ側駆動回路42に供給し、前記データ側駆動回路42が、前記 γ 補正電位供給手段43から供給される前記複数の γ 補正電位のなかから画像データに対応する γ 補正電位を選択して、その電位のデータ信号を前記データラインに供給する構成としているため、前記アクティブマトリックス液晶表示素子1の表示品位を、外光を利用する反射表示のときも、照明光を利用する透過表示のときも、ほぼ同じにすることができる。

【0129】そして、上記実施例では、前記 γ 補正電位供給手段43を、前記反射表示と前記透過表示の別を判定する反射/透過判定部44と、この反射/透過判定部44の判定結果に基づいて、前記反射表示のときの複数の γ 補正電位と前記透過表示のときの複数の γ 補正電位とのいずれかを前記データ側駆動回路42に供給する γ 補正電位出力部45とにより構成しているため、反射表示と透過表示の別に応じて、前記データ側駆動回路42に供給する γ 補正電位を自動的に切換えることができる。

【0130】さらに、上記実施例では、前記 γ 補正電位出力部45を、図2に示したように、2通りの複数の基準電位を発生する基準電位発生回路46と、この基準電位発生回路46が発生する前記2通りの複数の基準電位のいずれかを前記反射/透過判定部44の判定結果に基づいて選択し、その選択した複数の電位を前記複数の γ 補正電位として前記データ側駆動回路42に供給する電位選択回路47とにより構成しているため、前記データ側駆動回路42に供給する γ 補正電位を、反射表示と透過表示の別に応じて確実に切換えることができる。

【0131】また、上記実施例では、前記反射/透過判定部44を、前記照明手段20からの照明光の出射に連動して前記反射表示と前記透過表示の別を判定するように構成しているため、反射表示と透過表示の別を信頼性良く判定し、その表示のときの γ 補正電位を前記データ側駆動回路42に供給することができる。

【0132】なお、前記液晶表示素子1の表示駆動系40は、反射表示のときの複数の値の駆動電圧を、液晶表

22

示素子1の反射表示のときの電圧-透過率特性に基づいて制御し、透過表示のときの複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子1の反射表示のときの電圧-透過率特性と透過表示のときの電圧-透過率特性との差に基づいて制御するように構成してもよく、このようにすることにより、照明光を利用する透過表示のときの表示品位を、外光を利用する反射表示のときの表示品位とほぼ等しくすることができる。

【0133】また、上記実施例では、上記 γ 補正電位出力部45から出力する反射表示のときの γ 補正電位と透過表示のときの γ 補正電位とを、ほとんどの階調において互いに異ならせているが、液晶表示素子1の表示品位に大きく影響するのは、主に明表示の輝度であるため、中間階調から暗階調の階調範囲の透過率に対応する反射表示のときの γ 補正電位と透過表示のときの γ 補正電位は同じにしてもよく、このようにしても、反射表示のときと透過表示のときの表示品位をほぼ同じにすることができる。

【0134】さらに、上記実施例では、前記照明手段20から照明光の出射させたときに透過表示と判定して、 γ 補正電位を透過表示のときの電位に切換えるようにしているが、環境照度と前記照明手段20が出射する照明光の輝度との両方を測定し、環境照度に対する照明光の輝度比が所定の値以上になったときに透過表示と判定して、 γ 補正電位を透過表示のときの電位に切換えるようにしてもよい。

【0135】このようにすれば、照明光よりも外光の反射光の出射量が多いとき、つまり、表示に利用される光が主に外光であるときは、反射表示のときの γ 補正電位を用いて液晶表示素子1を駆動し、外光の反射光よりも照明光の出射量が多いとき、つまり、表示に利用される光が主に照明光であるときに、透過表示のときの γ 補正電位を用いて液晶表示素子1を駆動することができる。

【0136】また、上記実施例の液晶表示装置で用いた照明手段20は、光源21と、前記光源21からの照明光を導いて液晶表示素子1に向けて出射する出射面（導光体24の複数の段差面27）と前記液晶表示素子1の前方から入射する外光を前記液晶表示素子1に向けて反射させるための前記出射面とは異なる外光反射面（導光体24の複数の段面22b上に形成した反射膜28）とが形成された導光体24とを備えた構成のものであるが、前記照明手段20は、照明光を液晶表示素子1に照射する手段と、前記液晶表示素子1の前方から入射する外光を反射してその反射光を前記液晶表示素子1に照射する反射手段とからなるものであれば、例えば、照明光を出射する照明パネルの前面に半透過反射板を配置したものなどでもよい。

【0137】

【発明の効果】この発明の液晶表示装置は、外光を利用する反射表示と、照明光を利用する透過表示との両方の

(13)

23

表示を行なう2ウエイ表示型のものであるが、液晶表示素子の電極間に選択的に印加する前記複数の値の駆動電圧を、反射表示のときと透過表示のときとで個別に制御し、前記反射表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率と、前記透過表示のときの複数の値の駆動電圧にそれぞれ対応する複数の階調の透過率とを、前記複数の階調ごとにほぼ等しくしているため、外光を利用する反射表示のときも、照明光を利用する透過表示のときも、ほぼ同じ品位の表示を得ることができる。

【0138】この発明の液晶表示装置において、前記表示駆動系は、例えば、前記透過表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子の透過表示のときの電圧-透過率特性に基づいて制御し、前記反射表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子の透過表示のときの電圧-透過率特性と反射表示のときの電圧-透過率特性との差に基づいて制御するように構成すればよく、このようにすることにより、反射表示のときの表示品位を、透過表示のときの表示品位とほぼ等しくすることができる。

【0139】また、前記液晶表示素子の表示駆動系は、前記反射表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子の反射表示のときの電圧-透過率特性に基づいて制御し、前記透過表示のときの前記複数の値の駆動電圧を、前記液晶表示素子の反射表示のときの電圧-透過率特性と透過表示のときの電圧-透過率特性との差に基づいて制御するように構成してもよく、このようにすることにより、透過表示のときの表示品位を、反射表示のときの表示品位とほぼ等しくすることができる。

【0140】この発明の液晶表示装置において、前記液晶表示素子が、その一方の基板の内面に、複数の画素電極と、これらの画素電極にそれぞれ接続された複数の薄膜トランジスタと、前記複数の薄膜トランジスタにそれぞれ接続された複数のゲートラインおよびデータラインが設けられ、他方の基板の内面に、前記複数の画素電極に対向する対向電極が設けられたアクティブマトリクス液晶表示素子である場合、前記表示駆動系は、前記複数のゲートラインに接続されたゲート側駆動回路と、前記複数のデータラインに接続されたデータ側駆動回路と、前記データ側駆動回路に前記複数の階調の透過率にそれぞれ対応する複数の γ 補正電位を供給する γ 補正電位供給手段とからなり、前記 γ 補正電位供給手段が、前記反射表示のときと前記透過表示のときとでそれぞれ異なる値の複数の γ 補正電位を前記データ側駆動回路に供給し、前記データ側駆動回路が、前記 γ 補正電位供給手段から供給される前記複数の γ 補正電位のなかから画像データに対応する γ 補正電位を選択して、その電位のデータ信号を前記データラインに供給する構成とすればよく、このように前記表示駆動系を構成することにより、前記アクティブマトリクス液晶表示素子の表示品位

24

を、外光を利用する反射表示のときも、照明光を利用する透過表示のときも、ほぼ同じにすることができる。

【0141】この場合、前記 γ 補正電位供給手段は、前記反射表示と前記透過表示の別を判定する反射/透過判定部と、この反射/透過判定部の判定結果に基づいて、前記反射表示のときの複数の γ 補正電位と前記透過表示のときの複数の γ 補正電位とのいずれかを前記データ側駆動回路に供給する γ 補正電位出力部とにより構成するのが望ましく、このようにすることにより、反射表示と透過表示の別に応じて、前記データ側駆動回路に供給する γ 補正電位を自動的に切換えることができる。

【0142】さらに、前記 γ 補正電位出力部は、2通りの複数の基準電位を発生する基準電位発生回路と、この基準電位発生回路が発生する前記2通りの複数の基準電位のいずれかを前記反射/透過判定部の判定結果に基づいて選択し、その選択した複数の電位を前記複数の γ 補正電位として前記データ側駆動回路に供給する電位選択回路とにより構成するのが好ましく、このようにすることにより、前記データ側駆動回路に供給する γ 補正電位を、反射表示と透過表示の別に応じて確実に切換えることができる。

【0143】また、前記反射/透過判定部は、前記照明手段からの照明光の射出に連動して前記反射表示と前記透過表示の別を判定するように構成するのが望ましく、このようにすることにより、反射表示と透過表示の別を信頼性良く判定し、その表示のときの γ 補正電位を前記データ側駆動回路に供給することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を示す液晶表示装置の基本構成図。

【図2】図1における γ 補正電位出力部の詳細図。

【図3】前記液晶表示装置の具体的な構成を示す側面図。

【図4】図3の一部分の拡大図。

【図5】前記液晶表示装置に用いた液晶表示素子の一部分の断面図。

【図6】前記液晶表示素子の反射表示のときと透過表示のときの電圧-透過率特性を示す図。

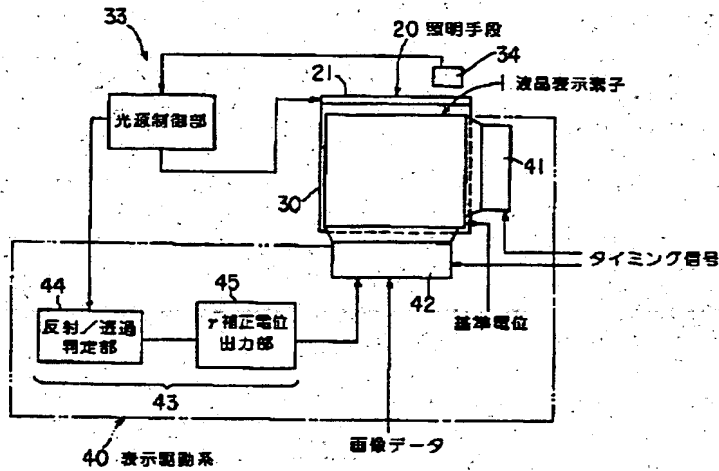
【符号の説明】

- 1…液晶表示素子
- 20…照明手段
- 40…表示駆動系
- 41…ゲート側駆動回路
- 42…データ側駆動回路
- 43… γ 補正電位供給手段
- 44…反射/透過判定部
- 45… γ 補正電位出力部
- 46…基準電位発生回路
- 47…電位選択回路

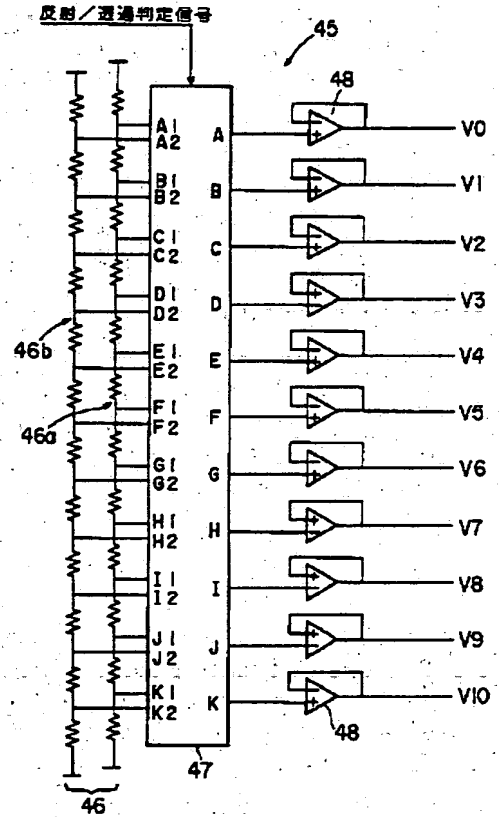
50

(14)

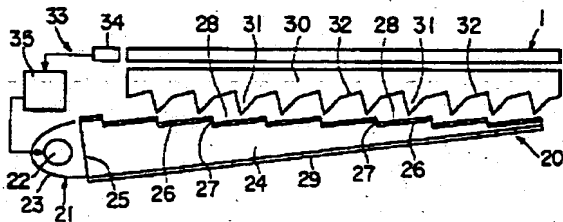
【図1】



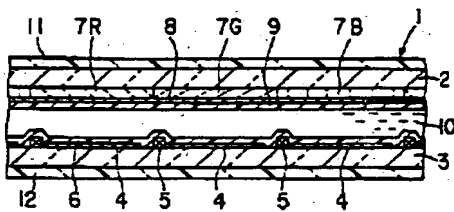
【図2】



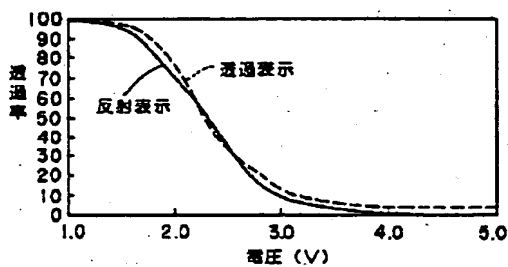
【図3】



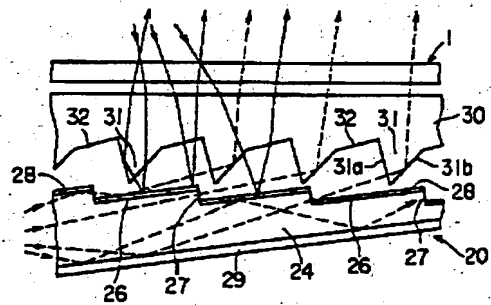
【図5】



【図6】



【図4】



(15)

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H093 NA16 NA42 NA58 NA80 NC13
NC23 NC34 NC44 NC45 NC55
NC90 ND08 ND58 NE07 NE10
NG01
5C006 AA16 AA22 AF46 AF51 AF53
AF63 AF69 BB16 BB28 BB29
BF14 BF24 BF25 BF38 BF43
EA01 FA47 FA54
5C080 AA10 BB05 CC03 DD04 EE28
FF11 JJ02 JJ03 JJ05 JJ06

